

景观生态学在荒漠化监测与评价中应用的初步研究——以青海沙珠玉地区为例

李 锋, 孙司衡

(国家林业局规划院, 北京 100714)

摘要: 以青海沙珠玉地区为例对景观生态学在荒漠化监测与评价中的应用进行了初步研究, 并主要分析了多样性、优势度和均匀度以及马尔科夫转移矩阵模型等指标和方法在荒漠化监测与评价中应用的景观生态学意义。

关键词: 景观生态学; 荒漠化; 监测; 评价; 沙珠玉地区

A preliminary research of landscape ecology application in desertification monitoring and assessment——A case study

LI Feng, SUN Si-Heng (*Academy of Forest Inventory and Planning, State Forestry Administration, Beijing 100714, China*)

Abstract: This paper is a preliminary research on landscape ecology application in desertification monitoring and assessment, a case study in Sha Zhuyu District, Qinghai Province. The authors laid stress on the landscape diversity, dominance, evenness and Markov Matrix model and the respective landscape ecological meanings in the desertification monitoring and assessment.

Key words: landscape ecology; desertification; monitoring; assessment

文章编号: 1000-0933(2001)03-0481-05 中图分类号: Q149 文献标识码: A

荒漠化是指包括气候变异和人类活动在内的种种因素造成的干旱、半干旱和亚湿润干旱地区(湿润指数在 0.05~0.65 之间)的土地退化现象和过程^[1]。我国是世界上荒漠面积较大、荒漠化危害严重的国家之一。全国荒漠和荒漠化土地面积为 262.6 万 km², 占国土陆地总面积的 27.3%。每年因荒漠化危害造成的直接经济损失高达 540 亿元。全国仅沙化土地平均每年仍以 2460 km² 的速度在扩展, 形势非常严峻。目前, 国家已对全国的土地荒漠化进行系统地监测工作。但由于荒漠化监测是一项全新的工作, 监测与评价的技术方法在国内外都处在研究探索阶段。

景观生态学作为地理学和生态学之间的一门新兴交叉学科, 在许多领域得到了广泛应用, 尤其是在土地利用规划设计方面。但在荒漠化监测与评价方面的应用研究还不多见^[2~6]。本文以青海沙珠玉地区为例, 阐述了景观生态学在荒漠化监测与评价中应用的初步研究成果。

1 研究区自然概况

研究区位于青藏高原东北部的青海共和盆地沙珠玉沙区, 是青海荒漠化土地集中分区之一(地理坐标为 E99°45'~100°30' N36°03'~36°40'), 海拔 2871~3870m, 年均气温 2.4℃, 年均降水量 246.3mm, 年蒸发量 1716.7mm, 全年大风日数平均 50.6d, 最多可达 97d, 风向主要为西、西北, 平均风速 2.7m/s, 最大风速可达 40m/s, 无霜期日数平均为 91d。

沙珠玉地区的自然环境属高原温带干旱草原气候带, 干旱、大风、寒冷是其显著的气候特点, 又有丰富

基金项目: 国家林业局规划院青年科技基金项目

收稿日期: 1999-03-24; 修订日期: 2000-04-10

致谢: 本文引用张登山同志硕士论文的部分数据, 特此致谢。

作者简介: 李 锋(1969~), 男, 黑龙江省海伦市人, 硕士, 高级工程师。主要从事荒漠化监测与评价技术研究。

的沙物质基础,加之长期以来不合理的土地利用,从而形成了大面积的荒漠化土地。主要分布于沙珠玉河谷区,尤以沙珠河南岸为主。现有荒漠化土地 127480.2hm²,占土地总面积的 58.45%。主要沙丘类型为新月形沙丘和新月形沙丘链,沙丘高度一般 3~18m,在西北风的作用下,沙丘向东南方向移动,年移动速度为 7~81m/a。

2 研究方法

2.1 景观要素类型划分

根据研究需要,景观要素类型划分采用土地利用现状分类的一级系统。研究区景观要素类型主要有耕地、林地、草地、城镇用地、水域、流动沙地、半固定沙地和固定沙地 8 种。

按照上述划分的景观要素类型,根据收集到的沙珠玉地区 1994 年 TM 卫片,结合本区地形图,运用遥感技术判读,并对图斑进行了現地普查核对,勾绘出了 1994 年的沙珠地区景观要素类型分布图;利用 1958 年本区的地形图,绘出了 1958 年景观要素类型分布图。在此基础上,利用电子求积仪分别在调绘图上对各个图斑量算 2 次,在允许范围内取平均值,并用图幅理论面积进行控制,使图幅各部分之和与图幅理论面积之差小于 1/200,计算出了两个时期不同景观要素类型的面积(表 1)。

表 1 沙珠玉地区景观要素类型数目、面积及所占比例

Table 1 Number, area and percentage of landscape elements in Sha Zhuyu District

景观要素 Landscape elements	1994 年			1958 年		
	斑块数目 Number	面积(hm ²) Area	所占比例(%) Percentage	斑块数目 Number	面积(hm ²) Area	所占比例(%) Percentage
耕地 Farmland	10	9880.0	4.53	10	3717.3	1.70
林地 Forest	10	3684.3	1.69	6	3326.8	1.53
草地 Grassland	23	122466.3	56.15	23	165348.4	75.81
城镇用地 Residential Area	13	1029.7	0.47	15	664.3	0.30
水域 Water	4	1510.2	0.69	8	1281.0	0.59
流动沙地 Moving sand dune	12	41374.4	18.97	23	23749.1	10.89
半固定沙地 Semi-fixed sand dune	4	15432.3	7.08	2	3126.5	1.43
固定沙地 Fixed sand dune	11	22734.8	10.42	3	16898.6	7.75
总计 Total	87	218112.0		90	218112.0	
平均面积 Average		2507.0			2423.5	

2.2 景观生态学评价指标和方法

2.2.1 多样性指数 多样性指数反映景观中类型的多样性。多样性指数采用信息理论的 Shnnon-Weaner 指数来表示。其计算公式为:

万方数据

$$H = - \sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i$$

H —多样性指数, P_i —斑块 i 的景观比例, S —斑块的种类。

2.2.2 优势度指数 优势度指数是计测景观中一种或几种景观类型支配景观的程度。其计算公式为^[7]:

$$D = H_{\max} + \sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i$$

D —优势度指数, P_i —斑块 i 的景观比例, S —斑块的种类。

H_{\max} 为研究区各类型景观所占比例相等时, 景观拥有的最大多样性指数。其数学表达式为: $H_{\max} = \log_2 S$ 。

2.2.3 均匀度指数 均匀度指数是描述景观中不同景观类型分配的均匀程度。其计算公式为^[8]:

$$E = H/H_{\max}$$

E —均匀度指数, H —修正的 Simpson 指数。

$$H = -\log_2 \left[\sum_{i=1}^s (P_i)^2 \right]$$

H_{\max} —最大景观多样性指数, $H_{\max} = \log_2 S$

2.2.4 马尔科夫转移矩阵模型 马尔科夫模型是一种特殊的随机运动过程。它是指在一系列特定的时间间隔下, 一个亚稳态系统由 t 时刻状态向 $t+1$ 时刻状态转化的一系列过程。这种转化要求 $t+1$ 时刻的状态只与 t 时刻的状态有关。马尔科夫模型在景观格局变化上的应用, 关键是转移概率的确定问题。肖笃宁的研究认为转移概率可以通过不同区段时间内斑块的年平均转化来获得^[9]。以各类斑块的转移概率作为矩阵中的元素, 则转移矩阵模型为:

$$P = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & \cdots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \cdots & p_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ p_{n1} & p_{n2} & \cdots & p_{nn} \end{pmatrix}$$

p_{ij} 为斑块 i 向斑块 j 的转化速率。

马尔科夫转移矩阵模型对分析不同程度和不同类型荒漠化土地的动力学变化具有重要的作用。对比不同历史时期航片或卫片, 利用马尔科夫模型, 不仅能够说明不同程度荒漠化土地之间的相互转化状况^[10], 而且也可以用来分析荒漠化土地与其他景观要素(耕地、草地、林地等)之间的转化状况, 从而揭示出它们之间的转移速率。这对荒漠化防治有着极其重要的理论意义。

3 结果与分析

3.1 多样性指数

沙珠玉地区整个景观多样性指数 1994 年为 1.92, 1958 年为 1.29(表 2)。两个时期相比, 多样性指数明显增加。这说明景观异质化程度在增高, 景观类型所占比例差异在减小。从表 1 结果可以看出, 除草地面积减少外, 其它景观类型面积都在增加, 尤其是荒漠化土地面积的增加非常明显。这表明多样性指数在一定程度上揭示出荒漠化土地的变化趋势。

从荒漠化土地本身的多样性指数变化来看, 也存在着相似的变化趋势。即多样性指数从 1958 年的 1.28 增加到 1994 年的 1.47。这反映出不同类型荒漠化土地(流动沙地、半固定沙地和固定沙地)所占比例差异在减小(表 1), 同时也指示出不同类型荒漠化土地的演变趋势。即流动沙地和半固定沙地所占比例增加较快, 表现出其面积逐步增加的趋势; 而固定沙地增加却较慢。

3.2 优势度指数

沙珠玉地区整个景观优势度指数的变化趋势是: 从 1958 年的 1.71 减小为 1994 年的 1.09(表 2)。这说明一个或少数几个景观类型支配景观的能力在减小, 景观里其它景观类型的影响在增强。从表 1 的结果可以看出, 1958 年沙珠玉地区景观主要由草地控制, 而 1994 年随着荒漠化土地面积的增加, 其影响逐渐增强。但这种影响是不利的, 如果荒漠化土地不断扩大, 整个景观就会向荒漠景观的趋势发展。因此, 优势度指数对于监测荒漠化土地的变化具有一定的指示意义。

荒漠化土地优势度指数从 1958 年的 0.30 减小为 1994 年的 0.12, 这表明不同类型荒漠化土地(流动

沙地、半固定沙地和固定沙地)对景观的影响发生了变化。从表 1 的结果可以看出,固定沙地面积增加较小,而流动沙地和半固定沙地的面积增加较大。这说明流动沙地和半固定沙地的影响在增强,景观有向荒漠景观发展的趋势。

3.3 均匀度指数

沙珠玉地区整个景观的均匀度指数从 1958 年的 0.25 增加到 1994 年的 0.48,这说明整个景观向着均匀化方向发展。支配能力较弱的景观类型的影响在增强,而对景观起控制作用的景观类型的影响在减弱。从表 1 的结果可以看出,从 1958 年到 1994 年,草地景观的控制作用在减弱,而其它景观类型的影响逐渐增强,尤其是荒漠化土地。这与多样性指数和优势度指数的分析结果是一致的。

荒漠化土地的均匀度指数从 1958 年到 1994 年变化不大(表 2),但也揭示出其向均匀化发展的趋势。流动沙地和半固定沙地对景观的影响越来越大,固定沙地影响在减弱。这与多样性指数和优势度指数的分析也一致。

3.4 景观格局变化分析

表 3、表 4 给出了沙珠玉地区 1958~1994 年 36a 间不同景观类型之间的相互变化情况。从表 3 和表 4 的结果可以看出,36a 来沙珠玉地区的景观格局发生了较大的变化,表现最为明显的是草地景观的变化。36a 来共有 42882.1hm² 草地转化为其它景观类型。其中,有 6162.7hm² 草地被开垦为耕地,平均转化速率为 171.2hm²/a;有 357.5hm² 草地变为林地,平均每年 9.9hm²;有 365.4hm² 用作特用地;有 229.2hm² 作为水库用地;有 21940.9hm² 草地转化为流动沙地,平均转化速率达 609.5hm²/a;有 13826.4hm² 草地变为半固定沙地,平均转化速率为 384.1hm²/a。值得注意的是,转化为流动沙地和半固定沙地的草地面积达 35767.3hm²,已占到 1958 年草地总面积的 21.63%。这说明整个景观已有向荒漠景观发展的趋势。造成这种情况的原因是多种

的,有自然因素,也有人为因素,但主要是由于当地居民对草地景观的破坏引起的。如过度放牧、滥采、滥挖等。如果不进行有效的保护和必要的治理,整个景观的结构和功能就会进一步退化,并最终丧失。

从荒漠化土地的相互转化来看,有 5836.2hm² 流动沙地经过治理转化为固定沙地,平均转化速率为 162.1hm²/a;有 1520.6hm² 半固定沙地转化为流动沙地,平均转化速率为 42.2hm²/a。流动沙地转化为固定沙地表明景观在局部有变好的趋势,但由于草地景观破坏转化为流动沙地的面积较大,因此,整个景观仍呈现出向荒漠景观发展的趋势。这也说明通过对荒漠化土地的局部治理来改善景观的功能尽管是可行的,但如果从生态学的角度来对整个景观进行保护,并合理利用,就不能从根本上解决问题。

4 结语

本文以青海沙珠玉地区的资料为基础,较详细地论述了多样性指数、优势度指数、均匀度指数及马尔科夫模型等景观生态学指标和方法在荒漠化监测与评价中应用的研究成果。研究结果表明,这些指标和方法能够较好地评价监测区域不同景观类型和荒漠化土地动态变化规律,对分析监测区域不同景观类型及荒漠化土地的发展趋势具有较好的指示意义。

需要指出的是,本文仅对多样性、优势度、均匀度及马尔科夫模型等指标和方法在荒漠化监测与评价的应用进行了分析,其它景观生态学的评价指标和方法在荒漠化监测与评价中的应用还有待于进一步研究。由于景观生态学是一门正在蓬勃发展的新兴学科,随着学科的发展和完善,其在荒漠化监测与评价中会有更大的应用前景。

表 2 沙珠玉地区景观多样性指数、优势度指数和均匀度指数

Table 2 The diversity, dominance and evenness in Sha Zhuyu District

指数 Index	年份	
	1958	1994
整个景观多样性指数 Diversity of the whole landscape	1.29	1.92
荒漠化土地多样性指数 Diversity of desertified land	1.28	1.47
整个景观优势度指数 Dominance of the whole landscape	1.71	1.09
荒漠化土地优势度指数 Dominance of desertified land	0.30	0.12
整个景观均匀度指数 Evenness of the whole landscape	0.25	0.48
荒漠化土地均匀度指数 Evenness of desertified land	0.73	0.86

表3 沙珠玉地区 1958~1994 年景观要素面积转化

Table 3 Transition matrix of the area of landscape elements in Sha Zhuyu District from 1958 to 1994

1994 1958	耕地 Farm land	林地 Forest land	草地 Grass land	城镇用地 Residential area	水域 Waters	流动沙地 Moving sand dune	半固定沙地 Semi-fixed sand dune	固定沙地 Fixed sand dune
耕地 Farmland	3717.3							
林地 Forestland		326.8						
草地 Grassland	6162.7	357.5	122466.3	365.4	229.2	21940.9	13826.4	
城镇用地 Residential area				664.3				
水域 Waters					1281.0			
流动沙地 Moving sand dune						17912.9		5836.2
半固定沙地 Semi-fixed sand dune						1520.6	1605.9	
固定沙地 Fixed sand dune								16898.6

表4 沙珠玉地区 1958~1994 年景观要素转移概率(%)

Table 4 Transition matrix of landscape elements in Sha Zhuyu District from

1994 1958	耕地 Farm land	林地 Forest land	草地 Grass land	城镇用地 Residential area	水域 Waters	流动沙地 Moving sand dune	半固定沙地 Semi-fixed sand dune	固定沙地 Fixed sand dune
耕地 Farmland	100							
林地 Forestland		100						
草地 Grassland	3.73	0.22	74.06	0.22	14	13.27	8.36	
城镇用地 Residential area				100				
水域 Waters					100			
流动沙地 Moving sand dune						75.43		24.57
半固定沙地 Semi-fixed sand dune						48.64	51.36	
固定沙地 Fixed sand dune								100

参考文献

[1] 林业部治沙办公室. 联合国关于在发生严重干旱和/或沙漠化的国家特别是在非洲防治沙漠化的公约. 北京: 中国林业出版社, 1995. 2.

[2] 李 锋. 景观生态学在荒漠化监测中应用的理论分析. 干旱区研究, 1997, 14(1): 69~73.

[3] 常学礼, 邹建国. 分形模型在生态学研究中的应用. 生态学杂志, 1996, 15(3): 35~42.

[4] 常学礼, 邹建国. 科尔沁沙地景观格局特征分析. 生态学报, 1998, 18(3): 225~232.

[5] 常学礼, 等. 景观格局在沙漠化研究中的应用. 中国沙漠, 1998, 18(3): 210~214.

[6] 常学礼. 坝上地区沙漠化过程对景观格局影响的研究. 中国沙漠, 1996, 16(3): 221~225.

[7] O'neill R V, Krummel J R, Gardner R H, et al. Indices of landscape pattern. *Landscape Ecology*, 1988, 1: 153~162.

[8] Romme W H. Fire and landscape diversity in subalpine forests of Yellowstone Park. *Ecol. Monogr.*, 1982, 52: 199~221.

[9] 肖笃宁等. 沈阳西郊景观格局变化的研究. 见: 肖笃宁主编. 景观生态学理论、方法及应用. 北京: 中国林业出版社, 1991. 186~195.

[10] 崔望诚. 基于遥感数据于遥感监测沙漠化过程的马尔科夫模型. 见: 孙司衡主编. 再生资源遥感研究——新疆沙漠绿洲农田防护林区. 北京: 中国林业出版社, 110~113.